

ผลของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า (NMES) บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้องในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม

บุญรุ่ง อริยชัยกุล

งานกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลนครพิงค์

ส่งบทความ : 27 ก.พ. 2564

แก้ไขบทความ : 27 มี.ย. 2564

ตีพิมพ์บทความ : 27 มี.ย. 2564

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลของการรักษากายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม ร่วมกับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง ต่อความเจ็บปวด ความบกพร่องในการทำหน้าที่ และความสามารถในการลุกยืน ในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม

วิธีการศึกษา: การศึกษาแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการรักษา ในผู้ป่วยนอกโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมที่แพทย์ส่งปรึกษางานกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู รพ.นครพิงค์ ระหว่าง 1 ธันวาคม 2562 - 15 กุมภาพันธ์ 2564 ผู้ป่วยได้รับการรักษากายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม ร่วมกับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้าความถี่ 50 เฮิรตซ์ แบบกลุ่ม ที่กล้ามเนื้อ transversus abdominis ครั้งละ 10 นาที สัปดาห์ละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 5 สัปดาห์ หรือจนอาการปวดลดเหลือระดับ 2 ประเมินผลการรักษาด้วยมาตรวัดความเจ็บปวดจากใบหน้า แบบสอบถาม Oswestry Disability Index (ODI) ฉบับภาษาไทย และการทดสอบลุกยืน 5 ครั้ง วิเคราะห์ข้อมูลด้วย dependent t-test และ Wilcoxon signed-rank test

ผลการศึกษา: อาสาสมัคร 32 คน เข้าร่วมการศึกษา ได้รับการรักษาเฉลี่ย (SD) 7.1 ครั้ง (1.75) ค่ามัธยฐานของคะแนนความเจ็บปวด (IQR) ก่อนการรักษา 5 (2) และ หลัง 2 (0), ค่าเฉลี่ยของคะแนน ODI (SD) ก่อนการรักษา 43.5 (11.89) และ หลัง 13.3 (8.04), และ ค่าเฉลี่ยของเวลาในการลุกยืน (SD) ก่อนการรักษา 11.95 วินาที (6.70) และ หลัง 8.50 วินาที (2.47), ลดลง 63.3%, 68.6% และ 23.8% ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$)

สรุปผลการศึกษา: การรักษาทางกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิมร่วมกับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าบริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง สามารถลดความเจ็บปวด และ ODI score รวมทั้งเพิ่มความสามารถในการลุกยืน ได้อย่างมีนัยสำคัญ ควรมีการทดลองแบบสุ่มและศึกษาผลระยะยาวในอนาคต

คำสำคัญ: โรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม, การกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า, กล้ามเนื้อแกนกลาง, การศึกษาเชิงทดลอง

ติดต่อบทความ

บุญรุ่ง อริยชัยกุล, งานกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลนครพิงค์

Email: rung.ariya@gmail.com

The effects of neuromuscular electrical stimulation on abdominal muscles in patients with lumbar spondylosis

Boonrung Ariyachaikul, MR.

Rehabilitation Department, Nakornping Hospital

Submitted: 27 Feb 2021

Revised: 27 Jun 2021

Published: 27 Jun 2021

Objective: To study the effect of combined traditional physical therapy and neuromuscular electrical stimulation (NMES) on abdominal muscles on pain, disability and sit-to-stand performance in patients with lumbar spondylosis.

Method: The one-group pretest-posttest design was used in the lumbar spondylosis outpatients who were consulted by physician to the Physical therapy section, Rehabilitation medicine department, Nakornping Hospital between 1st December 2019 – 15th February 2021. The traditional physical therapy in combination with NMES, frequency 50Hz and surge mode, was applied at transversus abdominis 10 minute/time, 2 times/week for 5 weeks or when the pain level was decreased to 2. The treatment effect was assessed with the face pain assessment scale, 5STST and Thai version ODI. The data was analyzed using dependent t-test and Wilcoxon signed-rank test.

Result: Thirty-three volunteers participated in the study with the mean (SD) of the visits of treatment were 7.1 (1.75). The median (IQR) of the pain score before-intervention were 5 (2) and after-intervention were 2 (0), the mean (SD) of the ODI score before-intervention were 43.5 (11.89) and after-intervention were 13.3 (8.04) and the mean (SD) of the 5STST time before-intervention were 11.95 s (6.70) and after-intervention were 8.50 s (2.47), which were decreased 63.3%, 68.6% and 23.8% respectively with statistically significant ($p < 0.001$).

Conclusion: The combined traditional physical therapy and NMES at abdominal muscle could reduce pain and ODI score and improve the sit-to-stand ability significantly. However, the randomized control trial and long-term effect study should be used in the future.

Keywords: Lumbar spondylosis, Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES), Core stabilizers, Experimental study

Contact:

Boonrung Ariyachaikul, Rehabilitation Department, Nakornping Hospital

Email: rung.ariya@gmail.com

บทนำ

โรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม (lumbar spondylosis) เป็นโรคที่พบได้บ่อยในคนที่อายุ 40 ปีขึ้นไปโดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุ¹ ผู้ป่วยมักมีอาการปวดหลังส่วนล่าง (low back pain) อาจมีอาการปวดร้าวลงขา อาการชา หรืออ่อนแรงของกล้ามเนื้อร่วมด้วย² อาการปวดหลังส่วนล่างจะจำกัดการทำกิจกรรม (activity limitation) และกิจวัตรประจำวัน (activity of daily living, ADL) มีคุณภาพชีวิตลดลง ทำให้ขาดงาน และเกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจ³ โรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมเป็นหนึ่งในโรคระบบกล้ามเนื้อ รวมโครงร่าง และเนื้อเยื่อเสริมที่มีผู้ป่วยมารับบริการมากในอันดับต้นๆ จากการจัดอันดับอัตราผู้ป่วยนอกตามกลุ่มสาเหตุการป่วย 10 อันดับแรกทั่วประเทศ ยกเว้นกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2560, 2561, และ 2562 พบว่า โรคระบบกล้ามเนื้อ รวมโครงร่าง และเนื้อเยื่อเสริม มีอัตราผู้ป่วยนอกจัดอยู่ในอันดับที่ 5, 4 และ 4 ตามลำดับ⁴ เมื่อพิจารณาเฉพาะเขตภาคเหนือ และจังหวัดเชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2560, 2561, และ 2562 พบว่า กลุ่มโรคดังกล่าว มีอัตราผู้ป่วยนอกมากกว่าอัตราทั่วประเทศในปีเดียวกัน และจัดอยู่ในอันดับที่สูงกว่า (อันดับที่ 3)^{5,6} ในปี พ.ศ. 2562 เพียงปีเดียวปริมาณผู้ป่วยนอกโรคระบบกล้ามเนื้อ รวมโครงร่าง และเนื้อเยื่อเสริม ในจังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนสูงถึง 938,077 ราย คิดเป็นอัตรา 576.16 ต่อ ประชากร 1,000 คน เพศหญิงพบมากกว่าชายประมาณ 2 เท่า⁶ จำนวนผู้ป่วยนอกที่มีแนวโน้มสูงขึ้นนี้กระทบต่อภาระงานของโรงพยาบาลทุกระดับในพื้นที่ ข้อมูลสถิติของกลุ่มงานยุทธศาสตร์และแผนงานโครงการโรงพยาบาลนครพิงค์ ในระหว่างปีงบประมาณ

2560 - 2562 พบว่ามีผู้ป่วยนอกโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมมารับบริการจำนวน 1,362 ราย, 2,139 ราย และ 2,799 ราย ตามลำดับ ผู้ป่วยมีช่วงอายุเฉลี่ย 60.23 - 65.03 ปี เพศหญิงมากกว่าชาย 3 - 4 เท่า จะเห็นได้ว่าผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ส่งผลต่อการส่งปรึกษากายภาพบำบัดในปริมาณที่มากขึ้น โดยพบว่าระหว่างปีงบประมาณ 2560 - 2562 มีการส่งปรึกษาถึง 836 ราย, 737 ราย และ 955 ราย ตามลำดับ

โรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม เกิดจากการเสื่อมของหมอนรองกระดูกสันหลัง (disc degeneration) ปล้องกระดูกสันหลัง ข้อต่อ facets) และเอ็นกระดูกสันหลัง ระดับความเสื่อมจะเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น⁷ การเสื่อมอาจแบ่งเป็น 3 ระยะ² ระยะที่ 1 dysfunction stage เริ่มมีการฉีกขาดของ annulus fibrosus ความสามารถในการอุ้มน้ำของ nucleus pulposus ลดลง เริ่มมีการเสื่อมของข้อต่อ facet ระยะที่ 2 Instability stage เกิด internal disc disruption หมอนรองกระดูกสันหลังเริ่มยุบตัว การเสื่อมของข้อต่อ facet เพิ่มขึ้น ข้อต่อกระดูกสันหลังไม่มั่นคง (instability) และ intervertebral foramen ตีบแคบกดเบียดรากประสาท ระยะที่ 3 re-stabilization phase เกิดการสร้างปุ่มกระดูกงอก (spur) และเยื่อหุ้มข้อหนาตัว จึงกลับมามีความมั่นคงมากขึ้น แต่ intervertebral foramen และ spinal canal แคบมากขึ้น ในระยะแรก ผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังเสื่อมมักมีอาการปวดหลังตามแกน (axial back pain) ต่อมาอาการปวดจะทวีความรุนแรง และเริ่มมีอาการปวดร้าวลงขาจากรากประสาทที่ถูกกดเบียด ในระยะสุดท้าย

ผลของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า (NMES) บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง ในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม

อาการปวดตามแกนจะลดลง แต่อาการปวดร้าวลงขาจะมากขึ้น ผู้ป่วยมักมีอาการปวดหลังเรื้อรัง (chronic low back pain) เป็นๆ หายๆ และมีอาการปวดเฉียบพลันเมื่อผู้ป่วยทำกิจกรรมอาการดีขึ้นเมื่อได้พัก^{2,7} ผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังเรื้อรังจะมีกล้ามเนื้อหน้าท้อง (abdominal muscle) แข็งแรงน้อยกว่าผู้ที่ไม่มีอาการปวด มีความสามารถในการทรงตัวน้อยกว่า⁸ และมีความคุณภาพชีวิตต่ำกว่า⁹ การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องเกี่ยวข้องกับการสูญเสียความสามารถของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (core stabilizers) ได้แก่ กล้ามเนื้อ transversus abdominis และกล้ามเนื้อ multifidus ในการควบคุมการเคลื่อนไหว¹⁰ และการควบคุม lumbopelvic rhythm¹¹ โรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมยังกระทบต่อการทำกิจวัตรประจำวันและความสามารถในการทำหน้าที่ทางกาย (physical performance) ได้แก่ การทรงตัว การเดิน และการลุกยืน¹² โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลุกยืนซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวเปลี่ยนท่าจากนั่งไปสู่ยืนและต้องการการเคลื่อนไหวในการงอกระดูกสันหลังส่วนเอว (lumbar flexion mobility)¹³

กายภาพบำบัดเป็นแนวทางการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมโดยมีเป้าหมายเพื่อลดปวด เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องและหลัง แนะนำการทรงท่าที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการกลับมาเป็นซ้ำ พื้นสภาพการเคลื่อนไหวและการทำหน้าที่ทางกายเพื่อให้ผู้ป่วยกลับไปทำกิจวัตรประจำวันได้ใกล้เคียงปรกติมากที่สุด^{9,11} การรักษาผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมด้วยวิธีทางกายภาพบำบัดที่นิยมใช้กันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน¹ ได้แก่ การรักษาด้วยความร้อน การ

กระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า การใช้คลื่นเหนือเสียง การขยับเคลื่อนข้อต่อกระดูกสันหลัง การดึงหลัง (lumbar traction) การแนะนำท่าทางในชีวิตประจำวัน และการออกกำลังกายแบบทั่วไป (general exercise) วิธีการข้างต้นอาจนับได้ว่าเป็นการรักษาแบบดั้งเดิม (traditional) ที่ปฏิบัติเป็นปกติ ที่มักเน้นการลดปวด และขาดการควบคุมความมั่นคงของข้อต่อกระดูกสันหลัง การพัฒนาแนวทางเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงของข้อต่อเพื่อให้ผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะยาวจึงเป็นประเด็นท้าทาย การวิเคราะห์ห่อภิมาณ (meta-analysis) พบว่าการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงสามารถลดปวดและความบกพร่องในการทำหน้าที่ในผู้ป่วยปวดหลังเรื้อรังได้ดีกว่าการออกกำลังกายแบบทั่วไป (general exercise) อย่างมีนัยสำคัญ¹⁴ แนวปฏิบัติทางคลินิกสำหรับผู้ป่วยปวดหลังส่วนล่างแสดงหลักฐานสนับสนุนระดับมาก (strong evidence) และแนะนำอย่างยิ่ง (grade A recommendation) ให้ใช้การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคง (stabilization exercise หรือ core stability exercise) ด้วยการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังแบบกึ่งเฉียบพลันและเรื้อรัง³ แม้ว่าในปัจจุบันการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงโดยฝึกกล้ามเนื้อ transversus abdominis เริ่มเป็นที่นิยมใช้ในผู้ป่วยปวดหลังเรื้อรัง¹⁵ แต่ผู้ป่วยจะต้องฝึกฝนปฏิบัติอย่างถูกต้องด้วยอุปกรณ์ป้อนกลับชีวภาพด้วยแรงดัน (pressure biofeedback)¹⁶ จึงมีการริเริ่มนำการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า (neuromuscular electrical muscle

stimulation, NMES) มาใช้ในการรักษา การกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า ในกล้ามเนื้อ transversus abdominis มักใช้กระแส transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) แบบเฟสคู่ (biphasic) จัดรูปแบบการกระตุ้นแบบกลุ่ม (burst mode) 1 วินาที¹⁷⁻²² การศึกษาในคนสุขภาพดีพบว่า การวางขั้วอ้างอิง (reference point, R) และขั้วกระตุ้น (stimulating point, S) ในตำแหน่งทางกายวิภาคที่จำเพาะ และการใช้ความถี่ 50 Hz จะเพิ่มความหนาของกล้ามเนื้อ transversus abdominis ได้อย่างมีประสิทธิภาพ^{19,21} การศึกษาผลเฉียบพลัน (acute effect) ของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า ในผู้ป่วย lumbar degenerative kyphosis พบว่า กล้ามเนื้อ transversus abdominis มีความหนาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ¹⁸ การศึกษาผลระยะยาว (long term effect) ของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อ transversus abdominis ในผู้สูงอายุที่เนือยนิ่ง (inactive elderly) พบว่า ในกลุ่มที่กระตุ้นไฟฟ้า มีเวลาในการลุกยืนลดลง และมีความเร็วในการเดินเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ²³ จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น พบว่า การศึกษาผลของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อ transversus abdominis กระทำในกลุ่มผู้ป่วยปวดหลังที่ไม่จำเพาะ (non-specific low back pain) และกลุ่ม lumbar degenerative kyphosis และยังไม่มีการศึกษาในผู้ป่วยปวดหลังที่มีสาเหตุจากภาวะกระดูกสันหลังเสื่อม คงมีแต่การศึกษาผลระยะยาวของการกระตุ้นกล้ามเนื้อ multifidus ที่พบว่าสามารถลดอาการปวด ความบกพร่องใน

การทำหน้าที่ และเพิ่มความสามารถในการทำหน้าที่ทางกาย^{24,25}

จากบริบทของโรงพยาบาลนครพิงค์ที่มีแนวโน้มพบผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมเพิ่มขึ้น จำเป็นจะต้องมีการศึกษาเพื่อหาวิธีการรักษาทางกายภาพบำบัดที่มีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยลดระยะเวลาการรักษาและภาระของหน่วยบริการ ประกอบกับวิธีการรักษาทางกายภาพบำบัดในโรงพยาบาลนครพิงค์ในปัจจุบันที่ยังไม่สามารถนำการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงของข้อต่อกระดูกสันหลังมาใช้ในการรักษาประจำวันได้อย่างเต็มที่ การกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าจึงอาจนำมาใช้แก้ปัญหผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังดังกล่าว และด้วยเหตุที่ยังไม่มีการศึกษาด้วยการกระตุ้นผลของการกระตุ้นไฟฟ้าที่กล้ามเนื้อ transversus abdominis ดังการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าจะมีการศึกษานำร่องโดยนำการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า มาใช้ร่วมกับวิธีกายภาพบำบัดอื่นๆ ในผู้ป่วยปวดหลังจากโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม จะช่วยให้กล้ามเนื้อแกนกลางบริเวณหน้าท้องสามารถควบคุมลำตัวส่วนเอวและเชิงกรานได้ดีขึ้น สามารถลดปวดและความบกพร่องในการทำหน้าที่ และเพิ่มความสามารถในการทำหน้าที่ทางกายหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์หลัก: เพื่อศึกษาผลของการรักษาทางกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม ร่วมกับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง ต่อความเจ็บปวด ความบกพร่องในการทำหน้าที่

ผลของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า (NMES) บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง ในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม

และความสามารถในการลุกยืน ในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม

วัตถุประสงค์รอง: เปรียบเทียบระดับความเจ็บปวด เวลาในการลุกยืน และ ความบกพร่องในการทำหน้าที่ ก่อน – หลัง การรักษากายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม (traditional treatment) ร่วมกับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้องในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม

ระเบียบวิธีวิจัย

เป็นการศึกษาแบบกึ่งทดลอง ก่อน-หลัง (before-after quasi-experimental design) การรักษากายภาพบำบัดแบบดั้งเดิมร่วมกับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้องในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโดยแพทย์ว่าเป็นโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม และแพทย์ส่งปรึกษา งานกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลนครพิงค์ กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยนอก ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า

- (1) อายุ 40 - 70 ปี

เกณฑ์การคัดออก

(1) มีโรคประจำตัวที่เป็นข้อห้ามในการรักษาด้วยกระแสไฟฟ้า ได้แก่ โรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม โรคหัวใจที่มีการติดเครื่องช่วยกระตุ้นการเต้นของหัวใจ (pacemaker) วัณโรคปอด วัณโรคกระดูกสันหลัง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคกล้ามเนื้อหัวใจตาย

- (2) กระดูกสันหลังยุบหรือเคลื่อน

(3) เคยได้รับการผ่าตัดกระดูกสันหลังและหน้าท้อง

(4) มีภาวะ/โรคอื่น ที่เป็นอุปสรรคต่อการเข้าร่วมการศึกษา เช่น ความดันโลหิตสูงเกิน 140/90 มม.ปรอท

(5) มีปัญหาทางการสื่อสาร เช่น หูหนวก เป็นใบ้ หรือเป็นชาวต่างชาติที่ไม่เข้าใจภาษาไทย

(6) ปฏิเสธการเข้าร่วมการศึกษาทดลองอย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 ครั้ง หรืออย่างน้อย 10 ครั้ง ในระยะเวลาไม่เกิน 5 สัปดาห์

ขนาดตัวอย่าง คำนวณโดยใช้สูตร²⁶ $n = [(Z_{\alpha} + Z_{\beta})/E]^2$ เมื่อ n: ขนาดตัวอย่าง (sample size), Z_{α} : ค่า Z ที่ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (type I error) ที่ 0.05 = 1.960, Z_{β} : ค่า Z ที่ความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 (type II error) ที่ 0.2 = 0.842, E: Cohen's effect size กำหนดให้มีขนาดปานกลาง (0.5) จะได้ขนาดตัวอย่าง 32 คน

วิธีการทดลอง

ประกอบไปด้วย การรักษากายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม ร่วมกับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า โดยนักกายภาพบำบัด 1 คน ซึ่งมีประสบการณ์ในการรักษาผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม ด้วยวิธีการรักษากายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม ทั้ง 5 ประเภท นาน 25 ปี และเคยได้รับการอบรมและมีประสบการณ์การกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้ามาเป็นเวลา 4 ปี นักกายภาพบำบัดจะเป็นผู้อธิบายจนผู้ป่วยเข้าใจและเป็นผู้ให้การรักษาทุกขั้นตอนรวมทั้งอธิบายวิธีการประเมินระดับความเจ็บปวดและการทำแบบสอบถาม เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถทำได้ด้วยตนเอง ในกรณีที่ตัวหนังสือเล็กและอ่านไม่ได้ นักกายภาพบำบัดจะเป็นผู้อ่านให้ฟัง และให้ผู้ป่วยเลือกตอบเอง

การรักษากายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม
เป็นการรักษามาตรฐานที่ให้ผลในการลดปวดและลดอาการเกร็งกล้ามเนื้อ เพื่อควบคุมให้ทุกคนได้รับการรักษาพื้นฐานเท่ากัน ได้แก่ การรักษา 5 ประเภทประกอบกัน คือ (ก) การประคบร้อนด้วยแผ่นประคบร้อน (hydrocollator pack) จากหม้อต้มความร้อน 42 – 44 องศาเซลเซียส ประคบเป็นเวลา 20 นาที บริเวณหลังส่วนล่าง สอบถามความรู้สึกผู้ป่วยขณะประคบร้อนให้อยู่ในระดับอุ่น ปานกลาง (ข) การดึงหลัง (lumbar traction) ด้วยเครื่องดึงหลังไฟฟ้า (electrical traction machine) ในท่านอนหงาย รองใต้ขาด้วยเก้าอี้เตี้ย ปรับแรงดึงไม่เกิน 50% ของน้ำหนักตัว เวลาดึงค้าง (hold time) 30 วินาที เวลาผ่อน (rest time) 10 วินาที ระยะเวลาในการดึง 20 นาที ในขณะที่ผู้ป่วยต้องไม่มีอาการปวด (ค) การกระตุ้นไฟฟ้าลดปวด (electrical stimulation for pain relief) ด้วย กระแสไฟฟ้าอินเตอร์เฟอเรนเชียล (interferential current) ปรับความถี่พาหะ (carrier frequency) 4 – 8 KHz ความถี่กระตุ้น (beat frequency) เท่ากับ 50Hz หรือ 100Hz ปรับความเข้มของกระแสให้รู้สึกอาการสั่นจากกระแสในระดับปานกลาง ใช้เวลารักษา 15 - 20 นาที วางขั้วกระตุ้นแบบ 2 channels หรือ 4 channels ด้วย flexible rubber electrode ห่อหุ้มด้วยฟองน้ำ หรือ adhesive electrode 4 ขั้ว (ง) การฝึกทรงท่าและปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน นักกายภาพบำบัดจะสอนการทรงท่านั่ง ยืน และนอน ที่เหมาะสม การใช้เตียงและหมอนที่ป้องกันอาการปวดหลังและลดการกำเริบของปัญหาปวดหลัง การยกของ ฯลฯ, (จ) การออกกำลังกาย นักกายภาพบำบัดจะสอน การออกกำลังกายเพื่อยืดกล้ามเนื้อหลัง

การกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า ที่กล้ามเนื้อ transversus abdominis ใช้กระแสไฟฟ้า electrical muscle stimulation (EMS) ความถี่ 50Hz²¹ จัดรูปแบบการกระตุ้นแบบกลุ่ม ระยะเวลาการหดตัว (contraction time or surge on) 2 วินาที ช่วงพัก (relaxation time or surge off) 3 วินาที ช่วง ramp-up และ ramp-down ช่วงละ 1.5 วินาที กระตุ้นกล้ามเนื้อหน้าท้องทั้ง 2 ด้านๆ ละ 1 channel แต่ละ channel จะใช้ flexible rubber electrode ห่อหุ้มด้วยฟองน้ำ 2 ขั้ว การกระตุ้นไฟฟ้าแต่ละด้าน จัดตำแหน่งการวางขั้วอ้างอิง สูงจาก iliac crest 1 ซม. ใน mid-axillary line และขั้วกระตุ้น ณ ตำแหน่ง 2 ซม. เหนือ anterior superior iliac spine (ASIS) และ 2 ซม. ด้านใน (medial) ต่อ ASIS¹⁹ ปรับความแรงของการกระตุ้นให้หดตัวปานกลาง ใช้เวลากระตุ้น 10 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ระดับความเจ็บปวด โดยให้ผู้ป่วยประเมินตนเอง (self-rating) ด้วยมาตรวัดความเจ็บปวดจากใบหน้า (Face Pain Assessment Scale, FPAS)²⁷ แบ่งระดับความเจ็บปวด 10 ระดับ, 0 คือ ไม่มีอาการปวดเลย และ 10 คือ มีอาการปวดมากที่สุดจนทนไม่ได้ แต่ละระดับความเจ็บปวดจะมีรูปใบหน้า แสดงความรู้สึกเจ็บปวดที่แตกต่างกัน เมื่อผู้วิจัยจะอธิบายทำความเข้าใจแล้ว จะให้ผู้ป่วยขีดเลือกระดับความเจ็บปวดลงบนแถบวัด

เวลาในการลุกยืน 5 ครั้ง ประเมินจากการทดสอบลุกยืน 5 ครั้ง (5-times sit-to-stand test, 5TST)²⁸ โดย (ก) ให้ผู้ป่วยนั่งเก้าอี้ไม่มีพนัก สูงประมาณ 43 ซม. เท้าวางราบกับพื้น กอดอก, (ข) อธิบายผู้ป่วยให้ทราบถึงขั้นตอนการทดสอบ คือ ผู้ป่วยจะต้องลุกยืนจากเก้าอี้ จนตัวตรง และลงมานั่งให้ทันแตะเก้าอี้ จึงจะนับว่าทำ

ผลของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า (NMES) บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง
ในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม

สำเร็จ 1 ครั้ง และให้ผู้ป่วยลุกยืนให้เร็วที่สุด 5 ครั้ง, (ค) ให้ผู้ป่วยทดลองทำ 1 - 2 รอบ เพื่อสร้างความคุ้นเคย โดยให้พักระหว่างรอบประมาณ 30 - 60 วินาที, (ง) เมื่อผู้ป่วยพร้อม ผู้วิจัยจะออกคำสั่งให้ผู้ป่วยลุกยืน 5 ครั้ง ให้เร็วที่สุด, (จ) ผู้วิจัยเริ่มจับเวลาเมื่อกันยอกจากเก้าอี้ และกลับมานั่งครบ 5 ครั้ง ด้วยนาฬิกาจับเวลา ความละเอียด 0.01 วินาที บันทึกผล, (ฉ) ให้อาสาสมัครพัก 2 นาที แล้วเริ่มทำใหม่อีกรอบ ใช้ค่าที่น้อยที่สุด

แบบสอบถาม Oswestry Disability Index (ODI) version 1.0 ฉบับภาษาไทย สำหรับผู้ป่วยปวดหลัง²⁹ ประกอบไปด้วยข้อคำถาม 10 ข้อ ได้แก่ ความรุนแรงของอาการปวด การดูแลตัวเองในชีวิตประจำวัน การยกของ การเดิน การนั่ง การยืน การนอน การมีเพศสัมพันธ์ การเข้าสังคม การเดินทาง แต่ละข้อมี 6 ตัวเลือกรายลำดับค่าคะแนนจาก 0 - 5 โดยที่ 0 คือ ทำกิจกรรมนั้นไม่ได้ตามปกติ หรือไม่มีความบกพร่องในการทำหน้าที่ 5 คือ มีความบกพร่องในการทำหน้าที่มากที่สุด หา ODI score หรือร้อยละของความบกพร่องในการทำหน้าที่ (% disability) จากสูตร $ODI\ score = (\text{คะแนนรวมที่ทำได้} / \text{คะแนนรวมเฉพาะข้อที่ตอบ}) \times 100$ แปลผลได้ดังนี้; 0 - 20% มีความบกพร่องน้อย (minimal disability) อาการปวดเริ่มรบกวนชีวิตประจำวัน แต่ไม่รุนแรง, 20% - 40% มีความบกพร่องปานกลาง (moderate disability) อาการปวดรบกวนชีวิตประจำวัน ต้องการการรักษาแบบอนุรักษ์, 40% - 60% มีความบกพร่องรุนแรง (severe disability) ต้องการการตรวจวินิจฉัยที่แม่นยำมากขึ้น, 61% - 80% พักการ (housebound) อาการปวดรบกวนการใช้ชีวิตทุกแง่มุม ต้องการการรักษา, 81% - 100% ผู้ป่วยติดเตียง หรือขยับเคลื่อนไหวน้อย

ไม่ได้ ODI version 1.0 ฉบับภาษาไทยนี้มีค่า content validity เท่ากับ 0.6 - 1.0 และ ค่า Cronbach's alpha รวมทุกข้อคำถาม เท่ากับ 0.8107

ข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ อายุ (ปี) เพศ น้ำหนัก (กก.) ส่วนสูง (ม.) และดัชนีมวลกาย (BMI, Body Mass Index)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. หลังจากผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์การคัดเลือกและคัดออก ผู้วิจัยจะเข้าพบกลุ่มตัวอย่าง ณ งานกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลนครพิงค์ เพื่อชี้แจงโครงการวิจัย วัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่จะได้จากการศึกษา อธิบายขั้นตอนการศึกษาทดลอง ความปลอดภัย ข้อควรระวัง การปฏิบัติตัวของผู้ป่วยขณะเข้าร่วมการวิจัย จากนั้นมอบเอกสารข้อมูลสำหรับอาสาสมัครพร้อมทั้งอธิบายความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น แนวทางการป้องกันความเสี่ยงในขณะทำการรักษา มาตรการในการดูแลรักษาผู้ป่วย หากเกิดความเสี่ยง เช่น การส่งปรึกษาแพทย์ในกรณีมีอาการรุนแรง ความรับผิดชอบต่อค่าใช้จ่ายในการรักษาที่อาจเกิดขึ้น การบอกเลิกการร่วมงานวิจัย จากนั้นจะให้ผู้ป่วยลงลายมือชื่อแสดงความยินยอมเข้าร่วมการศึกษา การศึกษานี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์โรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ หมายเลข 054/62 และ 006/64

2. นักกายภาพบำบัดผู้ทำการวิจัยจะซักประวัติ ตรวจร่างกาย ระบุปัญหาหรือการวินิจฉัยทางกายภาพบำบัด ตั้งเป้าหมาย วางแผนการรักษาที่เหมาะสมให้กับผู้ป่วย บันทึกข้อมูลลงในเวชระเบียนงานกายภาพบำบัด โรงพยาบาลนครพิงค์ และบัตรนัด

กายภาพบำบัด รวมทั้งนัดหมายเวลาเพื่อรักษาต่อเนื่อง

3. ก่อนให้การรักษาทางกายภาพบำบัด ในครั้งแรก นักกายภาพบำบัด จะประเมิน (ก) ระดับความเจ็บปวด, (ข) เวลาในการลุกยืน 5 ครั้ง, (ค) ODI score ด้วย แบบสอบถาม Oswestry Disability Index (ODI) บันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูลการตรวจประเมิน และให้การรักษาทางกายภาพบำบัดในผู้ป่วย กระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม และแบบบันทึกผลการศึกษาทดลอง

4. ผู้ป่วยที่เข้าร่วมการศึกษาทดลองจะ ได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม ตามแผนการรักษาที่วางไว้ และได้รับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง เป็นเวลา 10 นาที ทำการทดลองอย่างน้อยสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ในระยะเวลาไม่เกิน 5 สัปดาห์ หรือจนระดับความเจ็บปวดลดลงเหลืออย่างต่ำ 2 คะแนน

5. ขณะทำการรักษา จะจัดผู้ป่วยให้ ผ่อนคลาย อยู่ในท่านอนหงายมีหมอนรองศีรษะ และใต้เข่าทั้ง 2 ข้าง ก่อนการกระตุ้นไฟฟ้าเพื่อลดความเจ็บปวด และกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้าทุกครั้ง จะตรวจสอบอาการแพ้ ผื่นคัน บริเวณผิวหนังที่จะทำการรักษา ทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่จะติดแผ่นกระตุ้นไฟฟ้าให้สะอาด ตรวจสอบความเรียบร้อยของแผ่นกระตุ้นไฟฟ้าไม่ให้หลุดออกจากช่องฟองน้ำมาสัมผัสผิวหนังของผู้ป่วย และระหว่างการเปิดกระแสไฟฟ้า จะสอบถามความรู้สึกจนแน่ใจว่าถึงระดับความรู้สึกหรือเกิดการหดตัวถึงระดับเป้าหมาย ในขณะที่ให้การรักษานักกายภาพบำบัดจะสอบถามอาการคัน แสบร้อน บริเวณผิวหนัง และจะหยุดการรักษา

เพื่อปรับเปลี่ยนช่วงกระตุ้นและตำแหน่งการกระตุ้น พร้อมทั้งทำความสะอาดบริเวณที่เปลี่ยนการกระตุ้น เมื่อเสร็จสิ้นการรักษานักกายภาพบำบัดจะสอบถามความรู้สึกผิดปกติ และตรวจสอบสภาพผิวหนังอีกครั้ง หากพบอาการผิดปกติจะให้การดูแลเบื้องต้น หากอาการรุนแรงจะส่งปรึกษาแพทย์เพื่อให้การรักษาที่เหมาะสมต่อไป ทั้งนี้ผู้ป่วยมีสิทธิในการบอกเลิกการร่วมงานวิจัยได้ตลอดเวลา

6. นักกายภาพบำบัดจะประเมินระดับความเจ็บปวดผู้ป่วย หลังเสร็จสิ้นการรักษาทางกายภาพบำบัดร่วมกับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้าบริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง ในแต่ละครั้ง และจะประเมิน เวลาในการลุกยืน 5 ครั้ง และ ODI score หลังการรักษาครั้งสุดท้าย บันทึกค่าที่ได้ลงในแบบบันทึก

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for Windows version 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) ตรวจสอบความเป็นปกติด้วย Shapiro-Wilk test สถิติเชิงพรรณนาจะใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มัธยฐาน interquartile range (IQR) และร้อยละ เปรียบเทียบผลก่อน – หลังการรักษา โดยใช้สถิติ dependent t-test สำหรับตัวแปร เวลาในการลุกยืน 5 ครั้ง และ ODI score และสถิติ Wilcoxon signed-rank test สำหรับ ระดับความเจ็บปวด คำนวณช่วงความเชื่อมั่น 95% (95% confidence interval) ของการเปลี่ยนแปลง ประเมินการเปลี่ยนแปลงที่มีคุณค่าทางคลินิก (clinical meaningful improvement) ด้วยค่าจุดตัด (cut-off point)³⁰ คือ ระดับความเจ็บปวด ต้องมีค่าเปลี่ยนแปลงขึ้นต่ำ หรือ MIC (minimum important change) เท่ากับ 2

ผลของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า (NMES) บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง ในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม

หรือ MIC% (%improvement from baseline) เท่ากับ 30% ส่วน ODI score ใช้เกณฑ์ MIC และ MIC% เท่ากับ 10 และ 30% ตามลำดับ คำนวณ effect size (n) กรณี dependent t-test (ES) จากสูตร $Eta\ squared = t^2 / (t^2 + n - 1)$ (n = sample size) ประเมินขนาดของ effect size 0.01 = น้อย, 0.06 = ปานกลาง, 0.14 = มาก³¹ (ข) กรณี Wilcoxon signed-rank test, $ES = Z / (2n)^{1/2}$ (เมื่อ n = sample size) ประเมินขนาดของ effect size 0.1 = น้อย, 0.3 = ปาน

กลาง, 0.5 = มาก³¹ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนและการเปลี่ยนแปลง ก่อน – หลังการรักษา ด้วยสถิติ Pearson correlation coefficient และ Spearman correlation coefficient และคำนวณช่วงความเชื่อมั่น 95%³² ประเมินความสัมพันธ์เป็น 3 ระดับ คือ 0.10 – 0.29 มีความสัมพันธ์ต่ำ, 0.30 – 0.49 มีความสัมพันธ์ปานกลาง และ 0.50 – 1.00 มีความสัมพันธ์สูง³¹

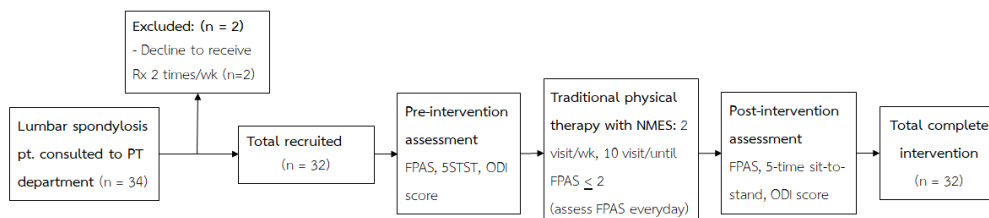


Figure 1 Number of patients excluded and included into intervention and analysis, and reasons for not coming to gathering sessions.

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยนอกที่ได้รับการวินิจฉัยโดยแพทย์ว่าเป็นโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม และส่งปรึกษา งานกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลนครพิงค์ ระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม 2562 ถึง วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2564 จำนวน 34 คน มีผู้ที่คัดออกจำนวน 2 คน เนื่องจากไม่สามารถมารับการรักษาอย่างน้อย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ผู้ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก จำนวน 32 คน และทุกคน ยินยอมเข้าร่วมการศึกษา (รูปที่ 1) ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างแสดงในตารางที่ 1 พบว่าตัวแปรอายุไม่เป็นโค้งปกติ

และระดับความเจ็บปวดเป็น ordinal scale จึงแสดงค่ามัธยฐาน และ IQR อาสาสมัครได้รับการรักษาจนระดับความเจ็บปวด ผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุมัธยฐาน 61.0 (IQR 15) ปี, น้ำหนักเฉลี่ย 63.7 (SD 13.80), ส่วนสูงเฉลี่ย 1.57 ม. (SD 0.09), ส่วนใหญ่มีภาวะอ้วน (53.1%), ได้รับการรักษาเฉลี่ย 7.1 (SD 1.75) ครั้ง, มัธยฐาน FPAS 5.0 (IQR 2), ความบกพร่องในการทำหน้าที่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับรุนแรง (46.9%)

The effects of neuromuscular electrical stimulation on abdominal muscles in patients with lumbar spondylosis

Table 1: Baseline characteristics of the participants ($n = 32$)

Variables	Mean (SD) ^a	n (%)
Sex; female		21 (65.6)
Age (years)	61.0 (15) ^b	
Weight (kg.)	63.7 (13.80)	
Height (m)	1.57 (0.09)	
Body Mass Index (BMI); Underweight (bmi < 18.50)		1 (3.1)
Healthy weight (bmi 18.50-22.99)		6 (18.8)
Overweight (bmi 23.00-24.99)		8 (25.0)
Obese (bmi ≥ 25.00)		17 (53.1)
Number of treatment (visits)	7.1 (1.75)	
Face pain assessment scale (FPAS) (0 – 10)	5.0 (2) ^b	
Oswestry Disability Index (ODI); minimal disability (0 – 20%)		1 (3.1)
moderate disability (21% – 40%)		13 (40.6)
severe disability (41% - 60%)		15 (46.9)
housebound (61% - 80%)		3 (9.4)
bedbound (81% - 100%)		0 (0.0)

^amean (standard deviation), otherwise specified, ^bnon-normal distribution or ordinal scale; median (interquartile range)

Table 2: Comparison of FPAS pain, 5-time sit to stand, ODI scores pre- and post-treatment ($n = 32$)

Variable	Mean (SD)		Mean difference (95% CI)	% improvement: Mean (95% CI)	p -value	ES
	Pre	Post				
FPAS ^a (0-10)	5 (2, 4-8)	2 (0, 1-2)	3 (2, 2-7)	63.3 (63.5, 69.6)	<0.001 ^b	0.685
5STST (s)	11.95 (6.70)	8.50 (2.47)	3.46 (1.67, 5.24)	23.6 (18.9, 28.3)	<0.001 ^c	0.334
ODI (0-100)	43.5 (11.89)	13.3 (8.04)	30.2 (25.84, 34.50)	68.6 (62.21, 74.89)	<0.001 ^c	0.867

% improvement: percentage of improvement from baseline (pre-intervention), ES = Effect Size; Eta squared for dependent t-test and r for Wilcoxon signed-rank test, NRS= Numerical Rating Scale for pain, 5STST = 5-time sit to stand test, ODI = Oswestry Disability Index

^amedian (Interquartile range, minimum-maximum), ^bWilcoxon signed ranks test, ^cdependent t-test

การเปรียบเทียบผล ก่อน – หลังการรักษากายภาพบำบัดแบบดั้งเดิมร่วมกับการกระตุ้นระบบประสาททกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้าบริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้องในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม ด้วยสถิติ dependent t-test และ Wilcoxon signed-rank test (ตารางที่ 2) พบว่า ระดับความเจ็บปวด ODI score เวลาในการลุกยืน 5 ครั้ง มี

ค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ค่า lower bound ของช่วงความเชื่อมั่น 95% ของการเปลี่ยนแปลงและร้อยละการเปลี่ยนแปลงจากค่าฐาน ของระดับความเจ็บปวด (2 และ 63.5%) และ ODI score (25.84, 62.21%) มีค่ามากกว่าค่าจุดตัด MIC และ MIC% และขนาดของ effect size ของการเปลี่ยนแปลงทุกตัวแปรมีขนาดมาก

ผลของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า (NMES) บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง
ในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม

Table 3: Bivariate Pearson's correlation coefficient (otherwise specified) (95%CI) (n = 32)

	Age ^a	Weight	Height	BMI	Difference FPAS ^a	Difference 5STST ^a
Weight	-0.238 (-0.542, 0.121)					
Height	-0.123 (-0.452, 0.236)	0.666** (0.413, 0.823)				
BMI	-0.124 (-0.453, 0.234)	0.850** (0.712, 0.925)	0.180 (-0.180, 0.498)			
Difference FPAS ^a	0.088 (-0.269, 0.424)	0.045 (-0.308, 0.388)	0.022 (-0.329, 0.368)	0.106 (-0.252, 0.438)		
Difference 5STST ^a	-0.109 (-0.441, 0.249)	0.260 (-0.097, 0.558)	-0.003 (-0.351, 0.346)	0.375* (0.030, 0.640)	0.194 (-0.166, 0.508)	
Difference ODI	-0.181 (-0.498, 0.179)	-0.304 (-0.590, 0.050)	-0.114 (-0.445, 0.244)	-0.315 (-0.598, 0.037)	0.384* (0.041, 0.646)	-0.123 (-0.452, 0.236)

*Significant at $P < 0.05$. ^aSpearman's correlation coefficient

BMI = Body Mass Index, Diff_NRS = pre-/post-intervention difference of Numerical Rating Scale for pain,

Diff_5STST = pre-/post-intervention difference of 5-time sit to stand test, Diff_ODI = pre-/post-intervention difference of Oswestry Disability Index

การวิเคราะห์ด้วยสถิติ Spearman correlation coefficient (ตารางที่ 3) พบว่า (1) ดัชนีมวลกาย (BMI) และความแตกต่าง (ก่อน-หลัง การรักษา) ของเวลาในการลุกยืน 5 ครั้ง และ (2) ความแตกต่าง (ก่อน - หลัง การรักษา) ของระดับความเจ็บปวด และ ความแตกต่าง (ก่อน - หลัง การรักษา) ของ ODI score มีความสัมพันธ์ทางตรงระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การอภิปรายผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระดับความเจ็บปวด เวลาในการลุกยืน และ ความบกพร่องในการทำหน้าที่ ก่อน - หลัง การรักษากายภาพบำบัดแบบดั้งเดิม ร่วมกับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้องในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม พบว่า ระดับ

ความเจ็บปวดลดลง 3 หน่วย คิดเป็นการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย 63.3% จากค่าฐาน และ ODI score ลดลงเฉลี่ย 30.2 คะแนน คิดเป็นการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย 68.6% จากค่าฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) การลดลงของทั้งระดับความเจ็บปวดและ ODI score มีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน MIC และ MIC% และขนาด effect size ที่มีขนาดมาก บ่งบอกว่าผลจากการรักษาเป็นผลที่เกิดขึ้นจริงและมีคุณค่าทางคลินิก (clinical meaningful) อาการปวดที่ลดลงอาจเกี่ยวข้องกับการผสมผสานการรักษาแบบดั้งเดิม (ได้แก่ การประคบร้อน การดัดหลัง เพื่อลดการกดเส้นประสาท การกระตุ้นไฟฟ้าเพื่อลดอาการปวดจากการกดเส้นประสาท การฝึกทรงท่าและปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน และการออกกำลังกาย) กับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง

การลดลงของอาการปวดทำให้ผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวในการศึกษานี้ รับรู้ตนเอง (self-perception) ว่าสามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ดีขึ้น หรือมีความบกพร่องในการทำหน้าที่ทางกายน้อยลง ส่งผลให้ ODI score ลดลง จึงพบว่าการลดลงของระดับความเจ็บปวดภายหลังการรักษา มีความสัมพันธ์ทางตรงระดับปานกลางกับ ODI score ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้จะยังไม่มีการศึกษาการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อท้อง ในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังเอวเสื่อม การศึกษาแบบสุ่มเปรียบเทียบระหว่างการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าบริเวณกล้ามเนื้อ paraspinal ช่วยในการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางกับการรักษาแบบ passive control (ได้แก่ การประคบร้อน การนวด และการยืดกล้ามเนื้อหลัง) ในผู้ป่วยปวดหลังแบบไม่จำเพาะ²⁴ พบว่าอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีระดับความเจ็บปวดลดลง 2 ระดับ เช่นเดียวกัน

นอกจากการลดลงของอาการปวด และ ODI score แล้ว ยังพบอีกว่า เวลาในการลุกยืน 5 ครั้ง ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถึง 23.6% และค่า effect size มีขนาดมาก บ่งบอกว่าการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการทำกิจกรรมนี้มีคุณค่าทางคลินิกจริง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางกลุ่มลึก (deep core muscle) ได้แก่ multifidus, internal oblique, external oblique และ transversus abdominis มีบทบาทสำคัญในกระบวนการ feed-forward ของการเคลื่อนไหวร่างกาย โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่ปวดหลังจะมีการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลดลง การควบคุมการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงไป^{10,33} แม้ว่าการศึกษาการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ

ด้วยไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง ในผู้สูงอายุเนือยนิ่ง จะพบว่า เวลาในการลุกยืนลดลง แต่การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ภาคตัดขวางของกล้ามเนื้อ และ electromyographic activity เกิดขึ้นเฉพาะกับกล้ามเนื้อ rectus abdominis เพียงกลุ่มเดียว²³ การศึกษาผลการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าในระยะสั้น ในผู้ป่วย lumbar degenerative kyphosis กลับพบว่ากล้ามเนื้อกลุ่ม internal oblique, external oblique และ transversus abdominis มีความหนาเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน¹⁸ การศึกษาที่ย้อนแย้งดังกล่าวข้างต้นจึงต้องการการศึกษาเพื่อยืนยันในอนาคต

การลุกยืนเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่ทำได้ยากลำบากเมื่อมีอาการปวดหลัง พบว่า ผู้ป่วยปวดหลังมีช่วงการเคลื่อนไหวในการก้มและแอ่นลำตัว (flexion and extension) น้อยกว่า แต่มีค่าดัชนีมวลกายมากกว่า กลุ่มที่ไม่มีอาการปวด การวิเคราะห์สถิติ multiple linear regression พบว่า ช่วงการเคลื่อนไหวของการก้มและดัชนีมวลกายเกี่ยวข้องกับเวลาที่ใช้ในการลุกยืนในผู้ป่วยปวดหลัง แต่ไม่สัมพันธ์กับผู้ที่ไม่มีอาการปวด¹³ และดัชนีมวลกายเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม³⁴ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่าผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนถึง 78.1% รวมทั้งดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์ทางตรงระดับปานกลางกับการลดลงของเวลาในการลุกยืน 5 ครั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในการศึกษานี้พบว่า การเปลี่ยนแปลงระดับความเจ็บปวด และ ODI score ไม่สัมพันธ์กับการลดลงของเวลาในการลุกยืน 5 ครั้ง ระดับความเจ็บปวดมักสัมพันธ์กับสมรรถภาพจากการรายงานตนเอง (patient report

ผลของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยกระแสไฟฟ้า (NMES) บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง ในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม

outcome measures, PROMs) แต่ไม่สัมพันธ์กับสมรรถภาพ (performance) จากการทดสอบโดยให้ปฏิบัติจริง เชื่อว่า เป็นเพราะสมรรถภาพจากการทดสอบภาคปฏิบัติมีโครงสร้าง (constructs) ที่เป็นอัตวิสัย (objectivity) มากกว่า จึงไม่สามารถเป็นตัวแทน ความเป็นอัตวิสัยของการวัด (subjectivity) ได้ทั้งหมด ปัญหานี้บางครั้งจึงเรียกว่า constructs under - representation³⁵ อาจอธิบายได้ว่า ความเจ็บปวดเป็นประสบการณ์ทางอัตวิสัยของบุคคลที่ครอบคลุมมากกว่าการทำการกิจกรรมในปัจจุบัน แต่บุคคลนำประสบการณ์ในอดีตมาเชื่อมโยงด้วย เช่น ความยากลำบากในการลุกนั่ง ผู้ป่วยอาจใช้ประสบการณ์ในอดีตมาเป็นตัวเทียบเคียงการถามการเปลี่ยนแปลงในเชิงประสบการณ์จึงเป็นส่วนที่พบได้ในบางการศึกษา²⁴

จุดเด่นของการวิจัยนี้คือ มีการนำการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อบริเวณหน้าท้องมาเสริมผลการรักษาแบบดั้งเดิมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการที่ผู้ป่วยใช้เวลาในการรักษาเฉลี่ยเพียง 7.1 ครั้ง ก็สามารถได้รับผลการรักษาที่ดี ช่วยให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ทำกิจวัตรประจำวันได้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การลุกขึ้นเป็นกิจกรรมเริ่มต้นของการเคลื่อนย้ายตนเองหรือเดิน นอกจากนี้การทดลองรักษาในกลุ่มผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังจำเพาะ กับโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม ซึ่งพบอุบัติการณ์และความชุกมาก ช่วยลดการใช้ยาและชะลอการผ่าตัดในกลุ่มดังกล่าวได้ในระยะยาว ลดการกลับมาเป็นซ้ำได้ การศึกษานี้ยังชี้ให้เห็นว่าดัชนีมวลกายมีความสำคัญต่อการเคลื่อนไหวลำตัวในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม ตลอดจนการประกอบกิจวัตร

ประจำวันพื้นฐาน การศึกษานี้มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น การไม่ได้ควบคุม mediator เช่น การวัดช่วงการเคลื่อนไหว moderator เช่น การบันทึกการใช้ยา, confounder เช่น การประเมินการรับรู้สมรรถนะแห่งตน (self-efficacy) ขาดการประเมินการเปลี่ยนแปลงช่วงการเคลื่อนไหว การขาดกลุ่มควบคุม เพื่อเปรียบเทียบอาจจะทำให้สรุปไม่ได้ชัดเจนว่าผลการรักษาที่ได้เกิดจากการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าเท่าใดเนื่องจากเป็นการให้การรักษาร่วมกับการรักษาแบบดั้งเดิมและควรมีการติดตามผลต่อหลังการรักษาสิ้นสุดลง การนำผลการศึกษานี้ไปใช้ในวงกว้างจึงต้องระมัดระวัง และยังต้องใช้การรักษาแบบดั้งเดิมร่วมไปก่อน

สรุปผลการศึกษา

การเปรียบเทียบผล ก่อน - หลัง การรักษากายภาพบำบัดแบบดั้งเดิมร่วมกับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า บริเวณกล้ามเนื้อหน้าท้อง ในผู้ป่วยโรคกระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อม พบว่า ระดับความเจ็บปวด ความบกพร่องในการทำหน้าที่ และเวลาในการลุกขึ้น มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีคุณค่าทางคลินิก ดัชนีมวลกายเป็นปัจจัยที่สำคัญในกลุ่มผู้ป่วยดังกล่าว ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางอาจมีส่วนสัมพันธ์กับผลที่เกิดขึ้นในผู้ป่วยกลุ่มนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

สามารถนำวิธีการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าไปเสริมการรักษาที่ใช้ปฏิบัติเป็นประจำในคลินิกกายภาพบำบัด ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถควบคุมกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวได้ง่ายขึ้นโดยการรับรู้การหดตัวจากกระแสไฟฟ้า และนำไปใช้ในการฝึกกิจวัตรประจำวันร่วมด้วยใน

อนาคต อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบกึ่งทดลอง ก่อน-หลัง การรักษา ซึ่งขาดกลุ่มควบคุม เพื่อใช้เปรียบเทียบการรักษาแบบดั้งเดิมกับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว ดังนั้นหากใช้การกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้าในการรักษาเพียงอย่างเดียวอาจไม่ได้ผลการรักษาเทียบเท่ากับการรักษาาร่วมกัน ในการรักษาผู้ป่วยกระดูกสันหลังเสื่อมในทางคลินิกจึงยังจำเป็นต้องใช้การรักษาาร่วมระหว่างการรักษาแบบดั้งเดิมกับการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ผู้ป่วยกระดูกสันหลังเสื่อมมีโอกาสที่จะกลับมาปวดหลังส่วนล่างซ้ำได้อีกแม้จะรักษาหายในรอบระยะเวลาหนึ่งแล้ว

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบทดลองแบบสุ่ม มีกลุ่มควบคุม (randomized control trial) เพื่อวิเคราะห์ผลจำเพาะของการกระตุ้นระบบประสาทกล้ามเนื้อด้วยไฟฟ้า และลดอคติจากการเลือกตัวอย่าง นอกจากนี้การศึกษาระยะยาว เช่น 3 – 6 เดือนหลังการรักษาจะสามารถทราบ

ถึงผลคงค้าง (retention) ของการรักษา เพื่อนำมาปรับแนวทางการรักษาทางคลินิกต่อไป นอกจากนี้ควรใช้แบบสอบถาม ODI version 2.1a เพื่อลดปัญหาการไม่ตอบข้อคำถามที่เกี่ยวกับการมีเพศสัมพันธ์

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาทดลองในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับการสนับสนุน คำแนะนำ และความช่วยเหลือในด้านต่างๆจากผู้ร่วมงานหลายๆฝ่าย ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณ แพทย์หญิงอัจฉรีย์ แก้วมา กภ.พิชัย ปาพันธ์ เจ้าหน้าที่ในหน่วยงานกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน และเจ้าหน้าที่ในกลุ่มงานพัฒนาระบบคุณภาพและวิจัยโรงพยาบาลนครพิงค์ ตลอดจนผู้ป่วยที่เข้าร่วมการศึกษาทดลองทุกท่าน มา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ อริยชัยกุล ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษาหลักในการทำวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งให้คำแนะนำทางด้านสถิติ และการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้การศึกษาดทดลองในครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Middleton K, Fish DE. Lumbar spondylosis: clinical presentation and treatment approaches. Curr Rev Musculoskelet Med. 2009;2(2):94-104.
2. กิตติ จิระรัตน์โพธิ์ชัย. กระดูกสันหลังส่วนเอวเสื่อมและข้อ facet เสื่อม. ใน: กิตติ จิระรัตน์โพธิ์ชัย, บรรณาธิการ. โรคกระดูกสันหลังเสื่อม: หลักฐานเชิงประจักษ์ เล่ม 2. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2554. หน้า821-28.
3. Delitto A, George SZ, Van Dillen L, Whitman JM, Sowa G, Shekelle P, et al. Low back pain. J Orthop Sports Phys Ther. 2012;42(4):A1-A57.
4. สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, กองยุทธศาสตร์และแผนงาน. สรุปรายงานการป่วย พ.ศ. 2562 [อินเทอร์เน็ต]. นนทบุรี: กองยุทธศาสตร์และแผนงาน; 2563 [เข้าถึงเมื่อ 24 มิถุนายน 2564]. เข้าถึงได้จาก: https://bps.moph.go.th/new_bps/sites/default/files/ill_2562_full_20200921.pdf.

5. สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, กองยุทธศาสตร์และแผนงาน. สรุปรายงานการป่วย ฐานข้อมูล
รายนาม 2560 - 2562. นนทบุรี: กองยุทธศาสตร์และแผนงาน; c2559 [เข้าถึงเมื่อ 24 มิถุนายน
2564]. เข้าถึงได้จาก:
https://bps.moph.go.th/new_bps/%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%A2
6. สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, กองยุทธศาสตร์และแผนงาน. สรุปรายงานการป่วย ฐานข้อมูล
รายจังหวัด 2560 - 2562. นนทบุรี: กองยุทธศาสตร์และแผนงาน; c2559 [เข้าถึงเมื่อ 24 มิถุนายน
2564]. เข้าถึงได้จาก:
https://bps.moph.go.th/new_bps/%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%A2
7. สันติ อัสวพลังชัย. เวชศาสตร์ฟื้นฟูในภาวะปวดหลังส่วนล่าง. ใน: กุลภา ศรีสวัสดิ์, บรรณาธิการ. เวช
ศาสตร์ฟื้นฟูในปัญหาที่พบบ่อย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศิริราช; 2561. หน้า 35-64.
8. Kato S, Murakami H, Demura S, Yoshioka K, Shinmura K, Yokogawa N, et al.
Abdominal trunk muscle weakness and its association with chronic low back pain and
risk of falling in older women. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):273.
9. Vieira S, Dibai-Filho AV, Brandino HE, Ferreira VTK, Scheicher ME. Abdominal muscle
strength is related to the quality of life among older adults with lumbar
osteoarthritis. *J Bodyw Mov Ther*. 2015;19(2):273-77.
10. Hodges PW, Richardson CA. Altered trunk muscle recruitment in people with low
back pain with upper limb movement at different speeds. *Arch Phys Med Rehabil*.
1999;80(9):1005-12.
11. Dutton M. Dutton's Orthopaedic Examination Evaluation and Intervention. 3rd ed.
New York: McGraw-Hill Education; 2012.
12. Di Iorio A, Abate M, Guralnik JM, Bandinelli S, Cecchi F, Cherubini A, et al. From
chronic low back pain to disability, a multifactorial mediated pathway: the InCHIANTI
study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(26):E809-E15.
13. Coyle P, Velasco T, Sions J, Hicks G. Lumbar mobility and performance-based
function: An investigation in older adults with and without chronic low back pain.
Pain Med. 2017;18(1):161-8.
14. Wang X-Q, Zheng J-J, Yu Z-W, Bi X, Lou S-J, Liu J, et al. A meta-analysis of core
stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *PLoS One*.
2012;7(12):e52082-e82.

15. Richardson CA, Jull GA, Hodges PW, Hides JA. Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: Scientific basis and clinical approached. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1999.
16. Cairns MC, Harrison K, Wright C. Pressure Biofeedback: A useful tool in the quantification of abdominal muscular dysfunction?. *Physiotherapy*. 2000;86(3):127-38.
17. Baek SO, Ahn SH, Jones R, Cho HK, Jung GS, Cho YW, et al. Activations of deep lumbar stabilizing muscles by transcutaneous neuromuscular electrical stimulation of lumbar paraspinal regions. *Ann Rehabil Med*. 2014;38(4):506-13.
18. Kim SY, Kim JH, Jung GS, Baek SO, Jones R, Ahn SH. The effects of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation on the activation of deep lumbar stabilizing muscles of patients with lumbar degenerative kyphosis. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(2):399-406.
19. Baek SO, Cho HK, Jung GS, Son SM, Cho YW, Ahn SH. Verification of an optimized stimulation point on the abdominal wall for transcutaneous neuromuscular electrical stimulation for activation of deep lumbar stabilizing muscles. *Spine J*. 2014;14(9):2178-83.
20. Coghlan S, Crowe L, McCarthyPersson U, Minogue C, Caulfield B. Electrical muscle stimulation for deep stabilizing muscles in abdominal wall. 2008 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society; 2008 Aug 20-25; Vancouver Convention & Exhibition Centre, Vancouver, British Columbia, Canada. New York: IEEE; 2008. p.2756-59.
21. Cho HK, Jung GS, Kim EH, Cho YW, Kim SW, Ahn SH. The effects of neuromuscular electrical stimulation at different frequencies on the activations of deep abdominal stabilizing muscles. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2016;29(1):183-89.
22. Jung GS, Chang MC, Seo SW, Lee DG, Kwak SG, Cho HK, et al. Transcutaneous neuromuscular electrical stimulation applied to optimal points on the lower abdomen and lumbar paraspinal region changes gait parameters in patients with lumbar degenerative kyphosis. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2018;31(2):267-74.
23. Miura M, Seki K, Ito O, Handa Y, Kohzaki M. Electrical stimulation of the abdomen preserves motor performance in the inactive elderly: A randomized controlled trial. *Tohoku J Exp Med*. 2012;228(2):93-101.
24. Hicks GE, Sions JM, Velasco TO, Manal TJ. Trunk muscle training augmented with neuromuscular electrical stimulation appears to improve function in older adults with chronic low back pain: A randomized preliminary trial. *Clin J Pain*. 2016;32(10):898-906.

25. Guo P, Wang JW, Tong A. Therapeutic effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for treating patients with chronic low back pain. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(48):e13197.
26. Norman GR, Streiner DL. *Biostatistics: The Bare Essentials*. 3rd ed. Ontario: BC Decker Inc.; 2008.
27. สมาคมศึกษาเรื่องความปวดแห่งประเทศไทย. แนวทางพัฒนาการระงับปวดเฉียบพลัน [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: สมาคมศึกษาเรื่องความปวดแห่งประเทศไทย; 2552 [เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2562]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.hospital.tu.ac.th/doc/workshop/CPG%20Acute%20Pain.pdf>
28. Alcazar J, Losa-Reyna J, Rodriguez-Lopez C, Alfaro-Acha A, Rodriguez-Mañas L, Ara I, et al. The sit-to-stand muscle power test: An easy, inexpensive and portable procedure to assess muscle power in older people. *Exp Gerontol*. 2018;112:38-43.
29. Sanjaroensuttikul N. The Oswestry low back pain disability questionnaire (version 1.0) Thai version. *J Med Assoc Thai*. 2007;90(7):1417-22.
30. Ostelo RWJG, Deyo RA, Stratford P, Waddell G, Croft P, Von Korf M, et al. Interpreting change scores for pain and functional status in low back pain: Towards international consensus regarding minimal important change. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(1):90-4.
31. Pallant J. *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows*. 3rd ed. Bergshire: McGraw-Hill; 2007.
32. Bishara AJ, Hittner JB. Confidence intervals for correlations when data are not normal. *Behav Res Methods*. 2017;49(1):294-309.
33. Hodges PW, Tucker K. Moving differently in pain: a new theory to explain the adaptation to pain. *Pain*. 2011;152(3 Suppl):S90-8.
34. Chaiwanichsiri D, Jiamworakul A, Jitapunkul S. Lumbar disc degeneration in Thai elderly: a population-based study. *J Med Assoc Thai*. 2007;90(11):2477-81.
35. Ariyachaikul S, Rungtiwa K, Nipaporn T. Reliability and validity of the Osteoarthritis Research Society International minimal core set of recommended performance-based tests of physical function in knee osteoarthritis in community-dwelling adults. *Malays J Med Sci*. 2020;27(2):77-89.